

国家级实验示范中心配套教材

微生物育种学实验

Microbial
Breeding
Experiments

蒋咏梅 主编



科学出版社

国家级实验示范中心配套教材

微生物育种学实验

蒋咏梅 主编
施巧琴 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统介绍微生物育种学实验的常用技术。第一章介绍和归纳育种学实验中常用的实验仪器和单元操作技术,便于读者查阅。第二至第六章为实验内容,分别为分离筛选与鉴定、诱变育种、细胞水平基因重组育种、分子育种和菌种保藏,共计 44 个常用实验,除筛选、诱变、原生质体融合等常规育种学实验外,还包括宏基因组筛选、基因组改组、Red 系统介导基因敲除及电子克隆等较新的实验技术,任课教师可根据学校具体情况灵活选用。附录整理了常用的溶液和培养基配方。

本书可作为综合性大学生物工程相关专业的实验教材,也可供研究生、科研人员及相关技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

微生物育种学实验 / 蒋咏梅主编. —北京: 科学出版社, 2012.7

国家级实验示范中心配套教材

ISBN 978-7-03-035070-1

I. ①微… II. ①蒋… III. ①微生物学-遗传育种-高等学校-教材
IV. ①Q93②S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 148089 号

责任编辑: 陈 露 封 婷 孙 青 / 责任校对: 张凤琴
责任印制: 刘 学 / 封面设计: 殷 靓

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社编务公司排版制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 7 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2012 年 7 月第一次印刷 印张: 14 1/2

字数: 271 000

定价: 34.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《微生物育种学实验》编辑委员会

主 编 蒋咏梅

副 主 编 章文贤

编 委 (按姓氏笔画排序)

郑 毅 郑永标 赵 林

黄钦耿 章文贤 蒋咏梅

主 审 施巧琴

前 言

微生物学属于生命科学研究的前沿学科，许多重要生命活动规律都是在对微生物进行研究时发现的。无论将微生物作为模式生物进行基础研究，还是对其进行工业应用，菌种的选育都是其中最为重要的一部分。近些年，随着分子生物学、生物信息学等相关学科的飞速发展，微生物菌种选育的思路、方法和技术路线都有了日新月异的变化，并逐步形成了独立的体系——微生物育种学。具体来说，它就是以生物化学和微生物遗传学为理论基础，运用微生物学、分子生物学、生物信息学的手段，从自然界中获得特定微生物，或对现有菌种进行有目的的改造的一门学科。

福建师范大学生命科学学院和国家教育部工业微生物发酵工程研究中心，在吴松刚教授和施巧琴教授的带领下，依托国家级生物学实验教学示范中心的平台，经全院微生物学及生物化学教师多年的努力，在微生物育种学方面积累了丰富的教学和科研经验。1991年施巧琴教授和吴松刚教授出版《工业微生物育种学》一书，得到了广泛好评，并于2003年和2009年两度再版，本书的几位编者也参与了编写。自该书出版以来，许多高校以其作为教材开设了微生物育种学课程。

微生物育种学是一门实践性很强的课程，若仅有理论基础而不足以应用于实践，则教学效果无疑也会大打折扣。因此，我院在开设理论课的基础上，还设置了微生物育种学实验，但由于目前国内尚无配套的实验教材，因而主要采用本人于1998年编写、并于2000年改编的实验讲义，使用时备感陈旧。因施巧琴教授的知名度，常有兄弟院校的教师通过电话或邮件询问实验教材或实验讲义的情况，说明微生物育种学实验课程的重要性已得到众多高校的认可，但由于缺少相应配套教材而阻碍了该实验课的设置。因此，在微生物育种技术日益发展的今天，为了适应生物工程相关专业的教学需要，依靠学院和科学出版社的大力支持，我们对原有讲义进行了充实和完善，更新陈旧过时的内容，增加了近年来发展的新方法、新技术，编写了本书。

全书共分为三个部分：①主要仪器和基本操作(第一章)；②微生物育种学实验部分(第二至第六章)；③附录。

第一章包括微生物育种学实验中可能用到的主要仪器和基本单元操作。之所以这样安排，是基于以下考虑：育种学实验是一门综合性很强的实验课程，需要生物化学、微生物学、分子生物学、生物信息学、微生物育种学等多门课程的知识和技术。就算学过以上课程的学生，也不能保证对所有知识都完全掌握，所有

技术都娴熟应用。对于大多数学生和读者,该部分可起到查漏补缺、帮助理解和复习的作用。有些在微生物育种学实验中经常用到,而在具体的实验中不便展开的单元操作,如质粒提取、PCR 技术、感受态细胞制备、蛋白质序列分析、核酸序列分析、过滤除菌和间歇灭菌等,也以基本操作的形式在第一章中展示,方便读者查阅。考虑到内容的完整性和系统性,该部分还简要介绍了微生物实验中的常规技术,如显微镜观察和制片技术、高压灭菌等内容。

第二章的实验分为微生物的分离筛选与鉴定、微生物的诱变育种、细胞水平基因重组育种、分子育种和菌种保藏 5 章,总共 44 个实验,不仅有常规的育种方法,也有近年来发展的新技术。既有菌种筛选,也有基因筛选(实验 15);既有物理和化学诱变,也有生物诱变(实验 25);既有原生质体融合,又有基因组改组(实验 35);既有基因工程,又有电子克隆(实验 36)。任课教师可根据学校的具体情况灵活选用。

附录整理了常用的溶液和培养基配方,便于读者查阅。

微生物育种学实验是一门综合性的实验课程,一般针对已学过生物化学、微生物学、微生物遗传学、分子生物学、生物信息学的大学三年级学生。因为实验需要连续性,如果条件允许,可设置一个较完整的时间(如一个月)开设本实验课程。若分子生物学或生物信息学尚未开设,也可选择其中部分实验进行授课。

本书编写宗旨是,既可作为生物工程相关专业本科生和研究生的实验教材,又可作为科研技术人员的学习和参考书。为增强本书的实用性和可操作性,我们邀请了长期从事教学、科研工作的教师参与本书的编写工作。章文贤编写实验 15、17、36、37、38、40、41,赵林编写实验 18~22 和实验 26,黄钦耿编写实验 7、9、28、39,郑永标编写实验 23,郑毅编写实验 27,蒋咏梅负责统稿和其余章节的编写。非常感谢施巧琴教授审阅全书并提出宝贵的意见。

由于编者水平有限,疏漏和不当之处在所难免,敬请读者谅解和批评指正。

编 者

2012 年 2 月 20 日

目 录

前言

第一章 微生物育种学实验室的仪器设备及基本操作	1
第一节 微生物育种学实验室注意事项	1
第二节 微生物育种学实验室的主要仪器设备	1
第三节 微生物育种学实验中的基本操作	10
第二章 微生物的分离筛选与鉴定	39
实验 1 土壤中四大类微生物的分离与鉴别	39
实验 2 碱性蛋白酶产生菌的分离筛选及活性测定	43
实验 3 脂肪酶产生菌的筛选	47
实验 4 产淀粉酶芽孢杆菌的分离及酶活检测	50
实验 5 抗生素产生菌的筛选及活性测定	52
实验 6 土壤中纤维素分解菌的分离	57
实验 7 生物降解塑料产生菌的分离	61
实验 8 有机卤化物降解菌的筛选	63
实验 9 极端环境中嗜热菌的分离	67
实验 10 自养型硝酸细菌的分离	68
实验 11 利用亨盖特厌氧滚管技术对双歧杆菌进行活菌计数	72
实验 12 担子菌的分离培养	75
实验 13 噬菌体的分离、纯化及其效价的测定	76
实验 14 抗噬菌体苏氨酸产生菌的选育	80
实验 15 宏基因组文库构建	82
实验 16 细菌鉴定中常用的生理生化反应	88
实验 17 利用 16S rRNA 基因序列分析进行微生物分类鉴定	92
第三章 微生物的诱变育种	107
实验 18 细菌的紫外诱变	107
实验 19 营养缺陷型的筛选和鉴定	110
实验 20 紫外线与硫酸二乙酯复合诱变产蛋白酶的枯草芽孢杆菌	115

实验 21	利用氮离子注入诱变技术筛选 L-精氨酸高产突变株	118
实验 22	耐高浓度自身代谢产物卡那霉素链霉菌的高产菌株的选育	120
实验 23	利用 AEC 抗性突变选育金针菇高赖氨酸含量品种	122
实验 24	高通量选育复合诱变的谷氨酸高产菌	124
实验 25	由转座子引起的插入突变	126
实验 26	正交法优化培养条件	127
实验 27	响应面法优化米曲霉 α -淀粉酶发酵培养基	130
实验 28	均匀实验设计优化发酵培养基配方	136
第四章	细胞水平基因重组育种	141
实验 29	大肠杆菌杂交及基因定位实验	141
实验 30	大肠杆菌 λ 噬菌体的局限性转导	144
实验 31	酵母单倍体细胞分离与鉴定	147
实验 32	谷氨酸棒杆菌的原生质体融合	150
实验 33	霉菌原生质体的融合	153
实验 34	酵母的原生质体融合	156
实验 35	应用基因组改组技术选育谷氨酸高产菌	159
第五章	分子育种	163
实验 36	利用电子克隆技术获得基因	163
实验 37	扩展青霉脂肪酶基因的克隆与表达	172
实验 38	酵母乙醇脱氢酶 II 基因敲除	176
实验 39	Red 系统介导的大肠杆菌的基因敲除	179
实验 40	PCR 定点突变改造微生物菌种	184
实验 41	基于易错 PCR 的分子定向进化	188
第六章	菌种保藏	193
实验 42	常用的简易菌种保藏法	194
实验 43	冷冻真空干燥保藏法	198
实验 44	液氮超低温保藏法	200
	主要参考文献	203
附录 1	常用培养基的配制	205
附录 2	常用试剂和溶液的配制	214

第一章 微生物育种学实验室的仪器设备及基本操作

第一节 微生物育种学实验室注意事项

微生物育种学是依据微生物遗传和育种的原理，运用微生物学、生物化学及分子生物学技术，对微生物菌种进行选育和改造的一门科学。作为该课程的实践课——微生物育种学实验，应在学生掌握了微生物学、生物化学及分子生物学的基本操作之后进行。在微生物育种学实验课程的学习过程中，学生将以前学到的理论知识，应用于实际的育种操作中，不仅加深了对课堂上学到的理论知识的理解，还培养了观察、分析和解决问题的能力，养成实事求是、严肃认真的科学态度以及勤俭节约、爱护公物的良好习惯。由于微生物育种学实验基本是综合探索性的实验，实验原理复杂、步骤繁琐，实验结果往往具有不确定性。因此，为保证实验课的顺利进行，提高实验成功的可能性，要求学生严格遵守以下守则。

1) 在进入实验室前，需提前做好预习，阅读教材的相关章节，了解实验目的、原理和内容。进入实验室后，认真听取指导教师的讲解，明确实验的操作步骤和具体要求。

2) 实验过程中，规范操作，对消耗材料和药品等要力求节约，爱护仪器和设备。

3) 认真及时做好实验记录，对当时不能得到结果而需要连续观察的实验，则需记下每次观察的现象和结果，以便分析。

4) 实验室内保持安静有序，实验台面保持整洁。养成实验前后洗手的良好习惯。

5) 注意实验安全，凡实验用过的菌种以及带有活菌的各种器皿，均需杀菌后再洗涤。

6) 实验完毕，及时收拾用过的器皿，并在做好台面和实验室的卫生后用肥皂洗手，关好门窗和水电后方可离去。

第二节 微生物育种学实验室的主要仪器设备

微生物育种学实验是一门综合性的学科，具体实验内容主要由微生物学实验、生物化学实验和分子生物学实验的基本单元操作组成，因此使用的仪器主要是这

三类实验常用的仪器设备，具体如下。

1. 超净工作台

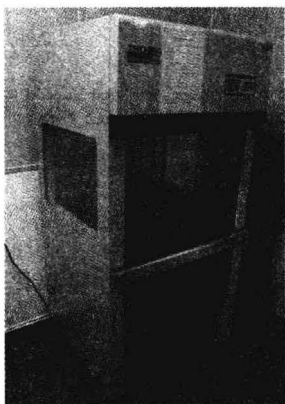


图 1-1 单人超净工作台

超净工作台是专为无菌操作设计的一种局部层流装置，能在局部形成高洁度的工作环境。它由工作台、过滤器、风机、静压箱和支撑体等组成，采用过滤空气使工作台操作区达到净化的目的。室内空气经预过滤器和高效过滤器除尘后以垂直或水平层流状态通过工作台的操作区，由于空气没有涡流，所以，任何一点灰尘或附着在灰尘上的杂菌都能被排除，使操作区保持无菌状态。此外，工作台顶部还装有紫外线杀菌灯，通常在进行实验之前，将操作所需物品和工具放入工作台内，打开紫外灯照射

30 min 灭菌，再结合酒精灯进行操作，可达到较好的无菌状态。

净化工作台通常分为双人和单人操作(图 1-1)两种。使用双人净化工作台时，既可一人操作，也可两人相对而坐，双手通过两侧的手孔伸入箱内相互配合。

2. 恒温培养箱

微生物育种学实验离不开微生物的培养，恒温培养箱便是培养试管斜面和平板上微生物的专用设备(图 1-2)。常用的培养箱通常只有升温的功能，因而只适用于室温至 60℃ 各类微生物的培养。目前，随着培养微生物的多样化，出现了许多结构合理、功能齐全的新型培养箱，如恒温恒湿培养箱、低温培养箱和二氧化碳培养箱等。有些培养箱还可采用计算机控制，可选择多条时间线变换温差，从而克服了环境温度的影响，一年四季均能达到微生物培养的要求。

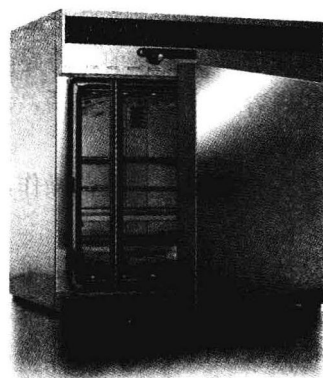


图 1-2 恒温培养箱

3. 摇床

摇床是培养好气性微生物的小型实验设备，也常用于种子的扩大培养。常用的摇瓶机有往复式和旋转式两种。往复式摇瓶机的往复频率一般为 80~140 r/min，冲程一般为 5~14 cm，频率过快、冲程过大或瓶内液体装量过多时，液体易溅到瓶口纱布上导致染菌。现在实验室通常采用旋转式摇瓶机(图 1-3)，偏心距一般为 3~6 cm，旋转频率为 60~300 r/min，它是利用旋转的偏心轴使托盘

摆动, 这种摇瓶机结构复杂, 造价也高。其优点是功率消耗小、氧传递好、培养基不易溅到瓶口。

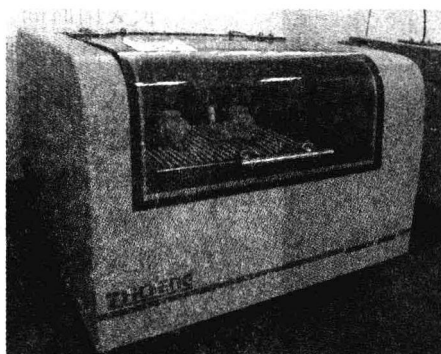


图 1-3 恒温摇床

放在摇床上的培养瓶一般为三角瓶, 发酵液所需要的氧是由室内空气经瓶口包扎的纱布(一般为 8 层)过滤进入的, 因此, 氧的传递与瓶口的大小、形状、纱布的层数都密切相关。在以上条件确定的情况下, 摇瓶的供氧量主要取决于摇床的转数和三角瓶的装液量。

4. 干燥箱

干燥箱是用于除去潮湿物料内或者器皿内外水分及其他挥发性溶液的设备(图 1-4), 主要有厢式、滚筒式、套间式、回转式等类型。微生物育种学实验室多用厢式干燥箱, 大小规格不一。箱内配有可活动的钢丝网板, 便于放置被干燥的物品。常用的制热升温式干燥箱, 即烘箱, 由电炉丝和水银接触温度计组合而成, 可调节温度从室温升至 300°C , 主要用于玻璃器皿洗涤后的干燥。此外, 还有配有真空泵和气压表的真空干燥箱, 可在常压或减压下操作。

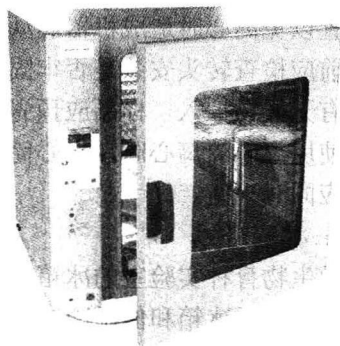


图 1-4 鼓风干燥箱

5. 高压蒸汽灭菌锅

高压蒸汽灭菌锅是一个密闭的可以耐受压力的双层金属锅。锅底或夹层盛水, 当水在锅内沸腾时蒸汽无法逸出, 导致锅内压力升高, 因而水的沸点和温度也随之升高, 从而达到高温灭菌的目的。一般在 0.1MPa (兆帕, 1.0 kg/cm^2) 的压力下, 121°C 处理 $20\sim 30\text{ min}$, 可杀灭包括芽孢在内的所有微生物。若灭菌物品体积大,



图 1-5 高压灭菌锅

蒸汽穿透困难，或培养基中固体杂质较多，可适当提高蒸汽压力或延长灭菌时间。

高压灭菌锅有卧式、立式、手提式等多种类型，在微生物育种学实验室，最为常用的是手提式和立式高压蒸汽灭菌锅。手提式多为手动操作，形状类似家里的高压锅；立式灭菌锅多为数显全自动操作系统(图 1-5)。

6. 冷冻离心机

低温分离技术是生物科学研究中必不可少的手段，菌体的收集、基因片段的分离、酶蛋白的沉淀和回

收以及其他生物样品的分离制备实验，都离不开低温离心技术，因此冷冻离心机也成为育种学实验室不可或缺的重要工具(图 1-6)。

冷冻离心机属于贵重精密仪器，使用时应放置在水平坚固的地板或平台上，并力求使机器处于水平位置以免离心时造成机器震动。开机前应检查转头安装是否牢固，机腔有无异物掉入。样品应预先平衡，使用离心筒离心时，离心筒与样品应同时平衡。

7. 冰箱

微生物育种实验室的冰箱主要有两种：普通冰箱和低温冷冻冰箱(图 1-7)。普通冰箱一般包括冷藏柜和冷冻柜，温度分别为 4°C 和

-20°C ；低温冷冻冰箱温度一般控制在 $-80\sim-40^{\circ}\text{C}$ 。它们都可以用于微生物菌种保藏。冷藏柜常用于保存斜面菌种，保藏时间在 3 个月左右。若需要长时间保存菌种，则需要经过处理后，储藏于普通冰箱的冷冻柜或低温冷冻冰箱中，可保藏 1 年以上。

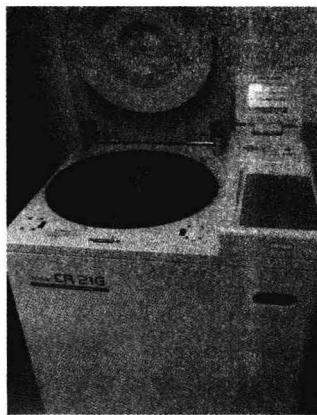


图 1-6 冷冻离心机

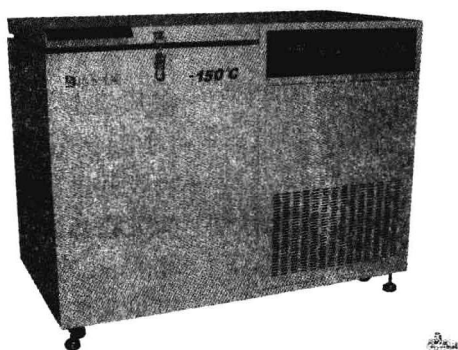


图 1-7 低温冰箱

8. 酸度计

酸度计也称为 pH 计(图 1-8), 在微生物育种学实验室, 常用于测量培养基或缓冲液的 pH。为使测得的数据精准, 首次使用前或使用一段时间后, 仪器应用标准的 pH 缓冲液进行标定。先进的 pH 计在线路中还安插有温度补偿系统, 仪器经初次校正后, 能自动调整温度变化。测量时, 先用蒸馏水冲洗电极, 用滤纸轻轻吸干电极上残余的溶液, 或用待测液洗电极。每次测量结束后应关闭电源, 退出电极及温度探头并妥善保存于干燥、清洁无腐蚀的场所, 玻璃电极清洗后可浸于去离子水中待用(注意水面不得低于玻璃球泡), 甘汞电极清洁后套上橡皮帽置于配套盒中保存, 当甘汞电极内充液泄漏或不饱和及盐桥中断时, 应及时补充饱和内充液。

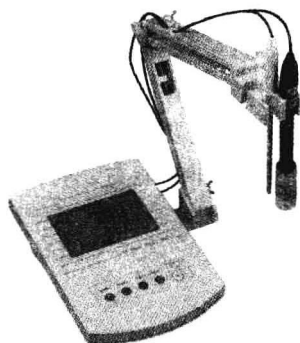


图 1-8 酸度计

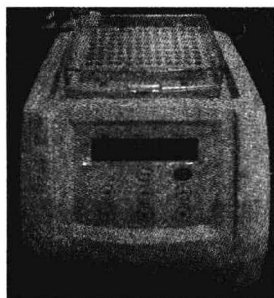


图 1-9 PCR 仪

9. PCR 仪

PCR 即聚合酶链反应, 它是一种 DNA 的快速扩增技术, 主要利用两个短的、称为引物的 DNA 小片段和一种耐热酶, 经变性、退火、延伸三个步骤的不断重复, 在 3 h 内把特定的 DNA 量提高 1000 万倍。PCR 仪就是能够满足这三个步骤所需温度变化的装置(图 1-9)。根据其功能和应用范围可分为普通基础 PCR 仪、梯度 PCR 仪、实时荧光定量 PCR 仪、原位 PCR 仪 4 种。

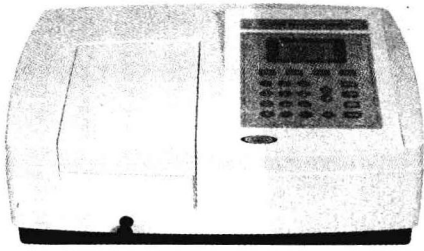


图 1-10 分光光度计

10. 分光光度计

分光光度计是利用分光光度法对物质进行定量定性分析的仪器(图 1-10)。不同物质对不同波长入射光的吸收程度各不相同,从而形成特征性的吸收光谱。其应用波长范围为 200~400 nm 的紫外光区、400~850 nm 的可见光区。微生物育种学实验室中常将其用于菌体浓度的测定或溶液中某

种特征物质的定量测定。

11. 酶标仪

酶标仪实际上就是一个可测定各种物质对不同波长入射光吸收值的分光光度计(图 1-11)。不同的是,普通分光光度计的样品槽内放置的是比色皿,而酶标仪的样品槽内放置的是多孔板,因此可以多通道、同时测定多个样品。在育种实验中,酶标仪主要用于高通量筛选。现代的酶标仪,具有在紫外光区、可见光区甚至荧光下工作的能力。有的型号的酶标仪还具有温浴的功能,使样品可以在恒温条件进行检测。

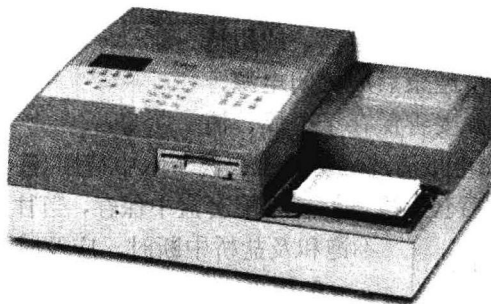


图 1-11 酶标仪

12. 电泳仪

电泳技术是生物学研究不可缺少的重要分析手段。所谓电泳,是指带电粒子在电场中的运动,不同物质由于所带电荷及分子质量的不同,导致在电场中的运动速度不同,因此,可将混合物进行组分分析或单个组分提取制备,并对这些物质进行定性或定量分析。电泳仪常用于蛋白质和核酸的分离、鉴定和定量分析。蛋白质的分离和鉴定主要采用 SDS 凝胶电泳(图 1-12),核酸的分离和鉴定主要采用琼脂糖和聚丙烯酰胺凝胶电泳。

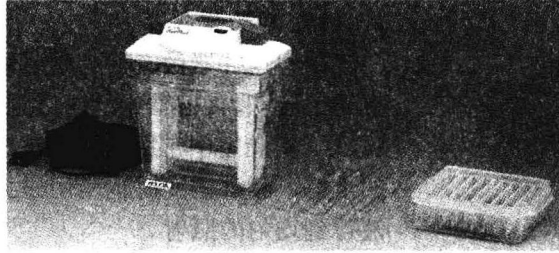


图 1-12 电泳仪

13. 显微镜

微生物的形态十分微小,要对其个体形态有所了解,显微镜就成为不可缺少的工具。随着科技的发展,显微镜的种类越来越多。根据结构和原理不同可分为光学显微镜、电子显微镜和扫描隧道显微镜等。在微生物育种学实验中最常用的是光学显微镜(图 1-13),均以可见光或紫外线为光源,主要有明视野显微镜、暗视野显微镜、相差显微镜、荧光显微镜、激光共聚焦扫描显微镜等,可根据观察对象和观察目的的不同而选用。在利用光学显微镜观察微生物细胞的个体形态和内部结构时,通常还需对微生物细胞进行一定的处理,如染色、制片等。

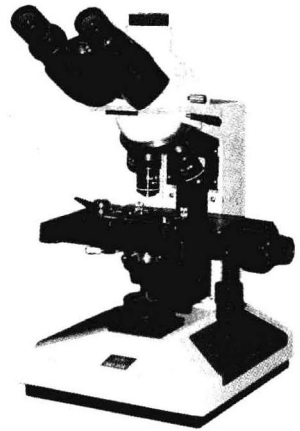


图 1-13 光学显微镜

14. 电融合仪

在育种学实验中,电融合仪(图 1-14)主要用于质粒的转化或原生质体的融合。其原理是利用一种一定值的频率、电压的交流电场,使处于间隔的、平行的两电极间的细胞或原生质体排列成串珠状,再利用一定值的高压直流脉冲电场对细胞膜造成可逆击穿,从而诱导转化或融合的发生。

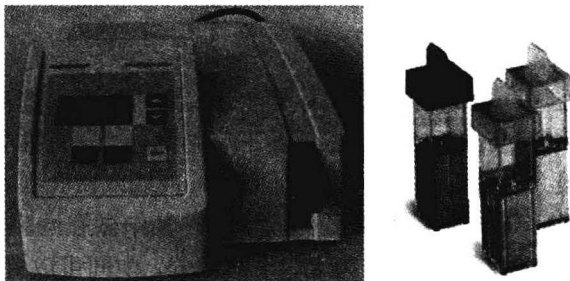


图 1-14 电融合仪



图 1-15 磁力搅拌器

15. 磁力搅拌器

磁力搅拌器是一种利用磁场带动容器底部的搅拌子转动,使容器中的溶液混合均匀的仪器(图 1-15)。实验室中常用于配制试剂和培养基时溶质的溶解,紫外诱变时也常用磁力搅拌器来使菌悬液得到均匀的照射。

16. 移液器

移液器主要用来吸取微量液体或用于接种液体菌种,故又称微量吸液器或微量加样器,是育种学实验中必备的工具。其外形和结构如图 1-16 所示,主要部件有按钮、弹簧、活塞和可装卸的枪头。按动按钮,通过弹簧使活塞上下活动,从而吸进和放出液体。为获得较高的精度,吸头需预先吸取一次样品溶液,然后再正式移液,因为吸取血清蛋白溶液或有机溶剂时,吸头内壁会残留一层“液膜”,造成排液量偏小而产生误差。使用移液器来吸取液体的特点是容量可以调节,操作方便、迅速,吸取不同溶液时,只需更换枪头即可。需要对很多样品加样时,可选多道可调移液器,能够大大提高加样的效率。移液器属于比较精密的仪器,使用时须注意小心爱护,不要用其吸取易挥发溶剂,用毕放松弹簧以延长其使用寿命。

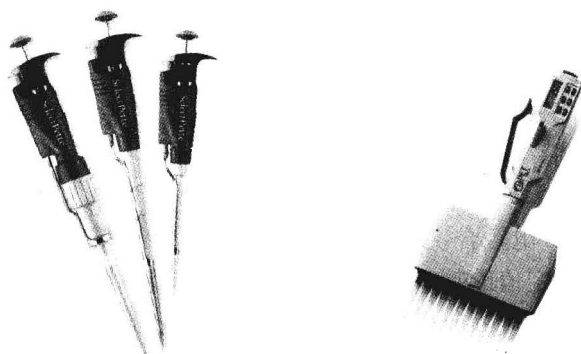


图 1-16 微量加样器

17. 过滤器

许多药品,如血清、合成培养液、酶及含有生物活性蛋白的液体等,均不能加热灭菌,因而需采用过滤的方法除去细菌等微生物。滤器有抽吸(抽滤)式及加压式两种类型,滤板(或滤膜)结构可分为石棉板、玻璃或微孔膜。常用的滤器有 Zeiss 滤器(蔡氏滤器)、玻璃滤器和微孔滤膜滤器,其中微孔滤膜滤器最为常用。

微孔滤膜滤器多为塑料结构,分为上、下两部分,中间可放置纤维素滤膜(图 1-17)。将待过滤液体吸入注射器内,慢慢注入滤器上部的孔中,通过中间的滤膜

即可。该法速度快,效果好。滤膜为一次性的特制混合纤维素滤膜(乙酸纤维素或硝酸纤维素),其孔径主要有 $0.6\ \mu\text{m}$ 、 $0.45\ \mu\text{m}$ 、 $0.22\ \mu\text{m}$ 三种,过滤除菌时通常选用 $0.22\ \mu\text{m}$ 的滤膜,可以除去细菌和霉菌,若要过滤病毒,则需要孔径更小的滤膜。实验室内少量液体的过滤除菌通常采用一次性过滤器(图 1-18),省却了安装滤膜及清洗的过程,操作方便快捷。

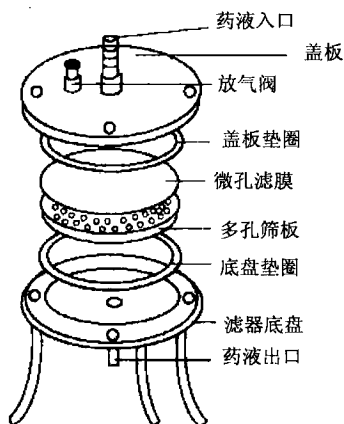


图 1-17 微孔滤膜滤器示意图



图 1-18 一次性过滤器

18. 玻璃器皿

微生物育种学实验室的玻璃器皿,大多用于培养微生物和盛放试剂,因而对其质量、洗涤、包装及消毒灭菌均有一定的要求。以下便对这几方面分别加以介绍。

(1) 玻璃器皿的种类与应用

在育种学实验中,常用的玻璃器皿包括试管、烧杯、移液管、三角瓶和培养皿等。

试管主要用于配制斜面培养基、培养微生物和进行菌种的斜面保藏,有时也用于菌悬液的稀释。用试管斜面培养菌种时,过去常用自制棉塞封口,现多采用市售的硅胶塞。烧杯主要在配制溶液和培养基时使用。在育种学实验室,移液枪虽已得到广泛应用,但在移取一些挥发性或腐蚀性的有机溶剂时,仍需要使用玻璃吸管。玻璃吸管主要有 1 ml、5 ml、10 ml 三种规格,通常与洗耳球或移液控制器配合使用(图 1-19)。



图 1-19 移液控制器